

차량 전방 영상 장비에서의 보닛 영역 검출

박종민*, 김지회*, 김동욱*, 이 강*

*한동대학교 전산전자 공학부

e-mail : pjm5810@naver.com, jayjhim1@gmail.com, david900629@gmail.com, yk@handong.edu

Extracting bonnet area in dashboard camera

Jong-Min Park*, Ji-Hwai Kim *, Dong-Wook Kim*, Kang Yi

*Computer Science & Electronic Engineering, Handong Global University

요 약

위 논문은 전방 카메라에 촬영된 내차의 전방 보닛 영역을 인식하는 알고리즘을 제안한다. 현재 스마트카나 무인카 등에서 사물인식을 위한 영상처리의 필요가 증가하고 있는데 영상처리의 실시간성을 위해서 ROI 를 잘 한정할 필요가 있다. 이때 본 연구에서 제안한 보닛 영상을 효과적으로 검색 대상에서 배제하면 속도와 정확도에 도움이 될 것이다. 제안된 보닛 검출 방법의 핵심은, 사다리꼴을 형성하는 3 개의 직선을 검출하여 보닛 영역 후보들을 찾고 이를 여러 프레임에 걸친 일관성을 관찰하여 종합 판단하는 것이다. 다양한 블랙박스 카메라에 촬영된 영상에 대해서 실험한 결과 실제 보닛과의 인식결과의 차이는 평균 5 픽셀이다.

1. 서론

최근 안전에 대한 관심이 높아지면서 첨단운전 보조 시스템 (ADAS: Advanced Driver Assistance System)을 위한 차선, 차량 및 사람 등의 차량용 영상 인식 연구가 활발해지고 있는 추세이다. ADAS 시스템은 전방에 설치된 카메라의 영상 신호로부터 차선이나 차량을 인식하여, 위험을 사전에 감지하여 운전자에게 알려주거나 차량을 능동적으로 제어하여 교통사고를 사전에 방지 하는 목적으로 개발되고 있다. 차량용 카메라를 이용한 영상처리를 할 때 실시간성이 중요하며, 이를 위해서는 새로운 알고리즘의 개발뿐 아니라 처리할 영상정보량을 줄이는 것이 중요하다. 따라서, 차량용 전방 카메라의 출력영상에서 불필요한 영상 내용을 배제하여 검색영역을 최대한 줄일 필요가 있다. 대부분의 차량용 전방 카메라에서 검색영역을 한정하기 위해서 보닛이 포함된 영역을 감지하기 때문에 이를 제거하는 것이 필요하다. 기존의 논문[1]에서 보닛을 제거하는 방법은 수평 에지를 누적하여 히스토그램을 이용해 누적된 값이 임계값 이상이면 검출하는 방법이다. 이 논문에서는 기존과 다른 효과적인 방안을 제시하려 한다.

대부분의 블랙박스 영상이나 네비게이션으로 입력되는 영상들은 영상하단의 1/5 ~ 1/4 가량 영역에서 보닛을 포함하고 있다. 만약 입력 영상에서 보닛을 인식하여 입력 영상에서 보닛을 제거한 ROI(Region of Interest)를 설정하여 물체 인식을 한다면 영상인식 검색 속도를 높일 수 있을 뿐 아니라 오검출율을 줄일 수 있을 것이다.

일반적으로 내차의 전방 카메라에 찍힌 차량 보닛

검출에는 다음과 같은 어려움이 있다.

- 1) 보닛의 재질이 금속이라서 그 표면에 빛이 반사되는 까닭에 보닛 영역의 픽셀 값이 공간적, 시간적으로 계속 변화한다.
- 2) 보닛의 색상과 도로와 색상 차이가 거의 나지 않는 경우가 있으며 차량의 색상이 다양하기 때문에 색상 정보만으로 정확한 식별이 어렵다.
- 3) 보닛을 찾기 위해서 가로 직선 성분을 찾는 방법을 쓰려 할 경우에, 가로선은 도로상에도 존재하고 차량 내부에도 보이는 경우가 있기 때문에 간단히 보닛 영역을 검출할 수 없다.

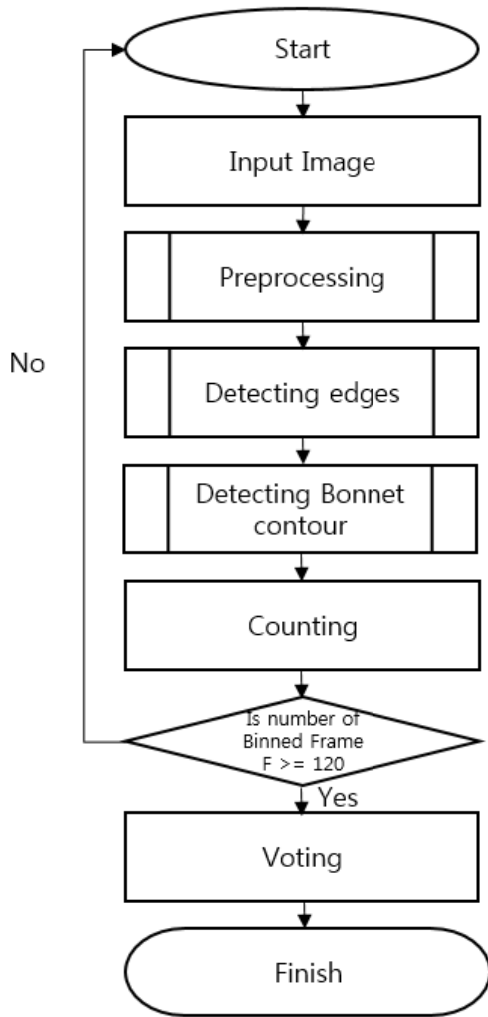
이러한 상기의 어려움을 고려하여 본 논문에서는 보닛 검색을 다음 두 가지 방식으로 접근하였다.

- 1) 첫째는, 카메라 입력 영상에 나타나는 내차 정면 보닛이 사다리꼴 형태를 띠는 것에 착안하여 이를 형성할 것으로 예상되는 하나의 가로선과 두 개의 대각선 방향 직선을 검출하고자 한다.
- 2) 두번째는, 하나의 정지 영상만으로 보닛영역을 판단하지 않고 시간적으로 연속된 여러 프레임에서 보닛 경계 영역의 검출 결과 위치가 일관성을 보이는지 관찰하여 최종 판단을 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 본 논문에서 제안한 보닛 영역 검출 알고리즘을 설명하고 3 장에서는 이를 실험적으로 단계별로 검증하고, 4 장에서는 결론을 제시한다.

2. 차량 보닛 검출 알고리즘

그림 1은 본 논문에서 제안하는 보닛 검출을 위한 하나의 프레임에 대한 검출 알고리즘 개요를 나타내었다. 보닛을 검출하는 과정은 크게 세 단계로 진행되는데, 먼저 입력된 영상을 전처리하는 단계와, 선분을 검출하는 단계, 그리고 보닛을 검출하는 단계이다.

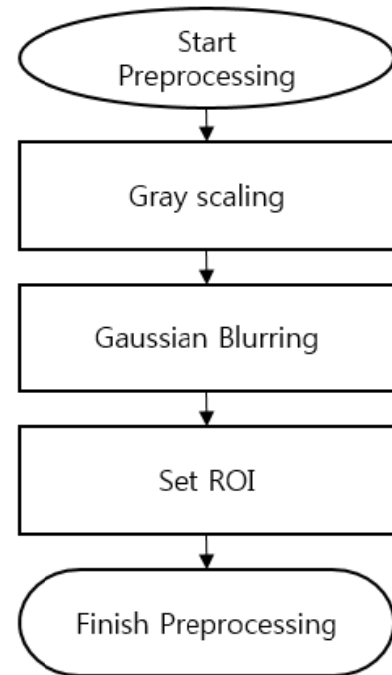


(그림 1) 차량 보닛 검출 알고리즘 개요

2.1 전처리 과정

전처리 하는 과정은 그림 2와 같다. 보닛 검출의 전처리 과정으로 입력 영상을 Grayscale로 변환하고 노이즈를 감소시키기 위하여 Gaussian Blur 필터를 적용한다. 이후 Bonnet Detecting 과정의 연산량을 줄이기 위해서 영상 전체에서 하단부분만 관심 영역(ROI)로 설정한다. 즉, 일반적 전방 카메라 영상에서 보닛은 하단 1/4 이하에만 존재할 것이므로 전체 영상의 하단 1/4을 제외한 영역의 영상을 삭제하도록 한다. 보닛 검출을 하기 위해서 먼저 영상의 노이즈를 줄이기 위해 필터를 적용하는데 이 때 필터를 적용하기 전에 먼저 gray scale로 변환한다. Gray scale로 변환

된 영상을 Gaussian 필터를 사용해 노이즈를 줄인다. 보통 보닛은 영상의 아래쪽에 위치하므로 보닛을 검출하기 위해 필요한 부분은 영상 아래쪽의 1/4 정도이다. 그림 3은 전처리를 마친 영상이다.



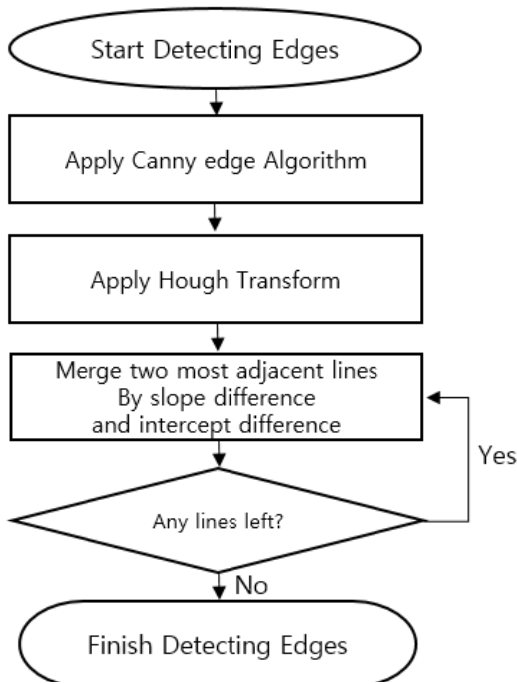
(그림 2) 전처리 과정



(그림 3) 전처리 마친 영상

2.2 선분 검출

선분 검출 하는 과정은 그림 4와 같다. 전처리 된 영상에서 Canny edge detection algorithm[2]을 활용하여 에지 영상을 생성하고 Hough 변환[3]을 사용해서 선분을 검출한다. 에지가 복잡하게 검출되어 겹쳐있는 선분이나 비슷한 선분들이 많이 검출되는 경우도 있지만, 이럴 경우 검출된 선분의 기울기와 선분의 양 끝 좌표를 이용해 기울기가 비슷하고 가까운 곳에 있다면 두 선분을 병합해서 사용해서 선분의 수를 줄여 영상의 선분 표시를 간소화한다.

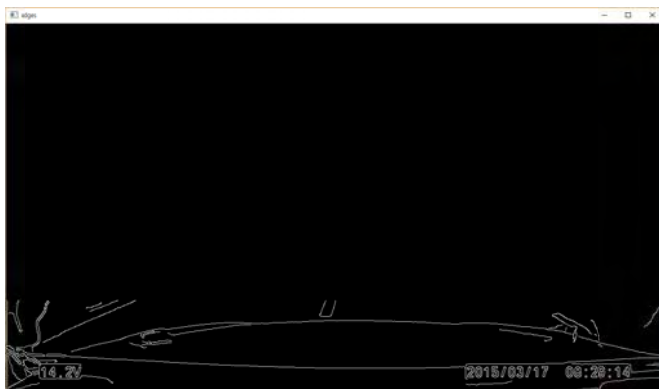


(그림 4) 선분 병합 과정

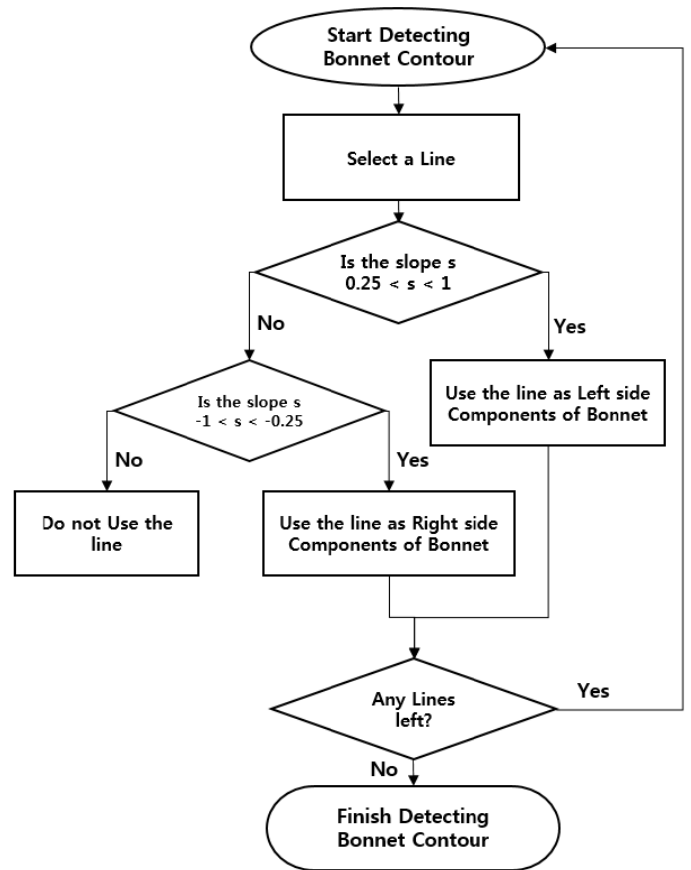
2.3 보닛 검출

보닛 검출 과정은 그림 6 과 같다. 보닛은 사다리꼴 모양으로 검출된다는 점에 착안하여 기울기가 -0.25 와 -0.1 사이인 사다리꼴의 왼쪽 변에 대응하는 직선, 기울기가 0.1 과 0.25 사이인 사다리꼴의 오른쪽 변에 대응하는 직선, 사다리꼴 윗변을 형성하는 직선 등 총 3 개의 선분을 찾는다. 이 때, 사다리꼴 윗변을 형성하는 선분은 기울기가 수평에 가깝고 영상 폭의 절반 이상의 길이를 가지는 선분을 기준으로 검색 후보를 필터링한다. 보닛 안쪽에도 빛의 반사 등의 이유로 에지가 생겨 다른 선분이 검출 될 수 있으므로 수평선분을 찾을 때 다수의 후보가 검출될 수 있다.

보닛의 위치로 추정된 위치가 보닛인지 아닌지는 한번에 알 수 없다. 하지만, 위의 과정을 프레임마다 해당 위치에 반복적으로 counting 을 하여 가장 큰 빈도로 추정된 위치를 기준으로 보닛의 후보를 좁혀나가 신뢰성을 높일 수 있다.



(그림 5) 에지 검출 영상



(그림 6) 보닛 검출 과정

3. 실험결과

3.1 실험 환경

실험하는데 사용된 영상은 일반 차량의 블랙박스 영상으로 영상의 해상도는 HD(1024 * 768) 이다.

이 방법을 구현하기 위해 OPENCV 2.4.11[4] 와 C++[5] 를 이용하였다.

3.2 정지영상을 이용한 보닛 검출



(그림 7) 사다리꼴 인식



(그림 8) 인식 실패한 경우



(c) frame 2607 오차 = 0 픽셀

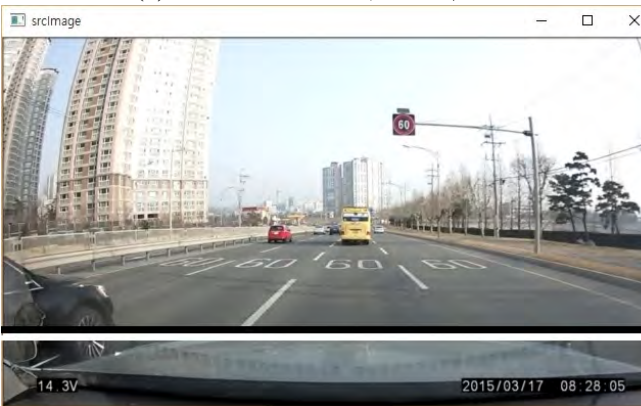
그림 7, 8 은 각각 정지영상에서 사다리꼴 모양을 인식하는데 성공한 경우와 실패한 경우를 나타내었다. 실패한 경우 앞차와의 간격이 좁아서 가로선 부분이 많이 검출되어 사다리꼴 모양으로 인식할 때 오차가 생겨 검출에 실패하였다..

제안된 방법을 영상에서 얼마나 정확하게 검출하는 지 실험하였다. (a)~(c) 에 표시된 검은 선은 직접 보닛에 표시한 선이고, 흰색 선은 제안된 방법을 통해 검출한 보닛이다. 실험 결과 일정 속도로 주행 중이면 실제 보닛위치와의 오차가 10 픽셀 이내로 제대로 검출되었다.

3.3 동영상에서 보닛 검출



(a) frame 20 1. 오차 = 0 픽셀



(b) frame 938 오차 = 3 픽셀

4. 결론

본 연구에서는 영상 정보를 이용한 ADAS 의 ROI 설정을 돕기 위한 차량정면에서 보닛 영역을 검출하는 방법을 제안하였다. 제안된 보닛 영역을 검출하는 방법에서는 에지 영상에서 Hough 변환을 통해 선분을 검출하고 그 선분들 중에 보닛은 사다리꼴 모양으로 나타나는 것을 이용해 사다리꼴 모양을 찾아 보닛을 추정해나가는 방법을 사용했다. 또한, 정확도를 높이기 위해서 시간적인 일관성을 토대로 최종적으로 보닛의 위치를 판단한다. 여러 영상에 대한 검출 실험결과에서 검출 오차는 높지 않기로 평균 8 픽셀이다. 향후, 다양한 조명 조건에서 검출 정확도를 높이는 연구와 야간 상황에서의 효과적인 검출을 위한 연구를 수행할 것이다.

제안된 방식을 이용하여 보닛을 ROI 에서 제외 한다면 여러 가지 영상 인식이 필요한 ADAS 의 속도 및 정확도 향상에 도움이 될 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 박종섭, 김기섭, 노수장, & 조재수. (2015). 자동차 안전운전 보조 시스템에 응용할 수 있는 카메라 캘리브레이션 방법 Camera Calibration Method for an Automotive Safety Driving System. *Journal of Institute of Control, Robotics and System*, 621-626.
- [2] J.Canny. (1986). A computational approach to edge detection. *Pattern Analysis and Machine Intelligence*, volume 8, no 6, 679 - 698.
- [3] Hough, P. (1962, Dec 18). Method and means for recognizing complex patterns. *U.S. Patent*.
- [4] OpenCV. (2015). Retrieved from Open Source Computer Vision: opencv.org
- [5] 김동근. (2015). C++APIOpencv 프로그래밍., 김동근, C++APIOpencv 프로그래밍. Seoul: KAME.